

**Reversierbare Axialkolbenmaschine mit Längsverstellung**

Die Erfindung betrifft eine reversierbare Axialkolbenmaschine mit einer Verstelleinrichtung zum Verstellen des Schwenkwinkels einer Schwenkwiege der reversierbaren Axialkolbenmaschine in beiden Schwenkrichtungen.

Das in einer Drehung der Antriebswelle einer Axialkolbenmaschine geförderte Volumen an Hydraulikfluid ist abhängig von der Hubhöhe der in einer Zylindertrommel einer Axialkolbenmaschine angeordneten Zylinder während eines Kompressions- bzw. Saugvorganges. Die Hubhöhe wird durch Schrägstellen der Schrägfläche einer Schwenkwiege, auf der sich die einzelnen Zylinder während ihrer Rotationsbewegung um die Antriebsachse abstützen, in Relation zur axialen Ausrichtung der Antriebsachse eingestellt. Der Stellwinkel der Schrägfläche zur axialen Ausrichtung der Antriebsachse wird durch eine Verstelleinrichtung verstellt.

Für Axialkolbenmaschinen, die in beiden Schwenkrichtungen betrieben werden - reversierbare Axialkolbenmaschinen -, sind positive und negative Verstellwinkel an den Schwenkwiegen einzustellen.

Prinzipiell existieren zwei Ausführungsformen für die Anordnung der Verstelleinrichtung in Relation zur Anordnung der Antriebsachse der Axialkolbenmaschine. Bei der Querverstellung führt die Verstelleinrichtung eine Translationsbewegung zur Verstellung der Schwenkwiege quer zur Anordnung der Antriebsachse der Axialkolbenmaschine aus. Bei der Längsverstellung führt die Verstelleinrichtung eine Translationsbewegung zur Verstellung der Schwenkwiege in Längsrichtung der Antriebsachse der Axialkolbenmaschine aus. Aus baulichen Überlegungen - zum Beispiel bei Anwendungen der Axialkolbenmaschinen in Transportmischern - ist die Längsverstellung der Querverstellung vorzuziehen, da diese

Variante ein schmäleres Bauvolumen besitzt.

Ein nicht unwesentliches Problem von Verstelleinrichtungen ist die exakte Einstellung der Nulllage. Im ungesteuerten Betriebszustand der Verstelleinrichtung, wenn beispielsweise bei einer druckgesteuerten Verstelleinrichtung kein Stelldruck - druckloser Betriebszustand - anliegt, weist die Schwenkwiege bei korrekt eingestellter Nulllage der Verstelleinrichtung einen Verstellwinkel von exakt null Grad auf. Die Schrägfläche steht in diesem Falle exakt senkrecht zur Längsachse der Antriebswelle. Dabei ist es keinem der Kolben in allen Zylindern der Zylindertrommel möglich, eine Hubbewegung auszuführen.

In der DE 37 14 888 A1 ist eine reversierbare Axialkolbenmaschine mit einer Verstelleinrichtung, die nach der Variante der Längsverstellung arbeitet, dargestellt. Die Nulllage der Schwenkwiege im ungesteuerten Betrieb der Axialkolbenmaschine ist nicht justierbar und undefiniert. Der tatsächlich an der Schwenkwiege eingestellte Verstellwinkel entspricht bei dieser Axialkolbenmaschine daher im allgemeinen nicht exakt dem vorgegebenen Verstellwinkel. Somit weicht das tatsächliche Verdrängungsvolumen von dem vorgegebenen Verdrängungsvolumen im allgemeinen ab.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, die reversierbare Axialkolbenmaschine mit Längsverstellung entsprechend den Merkmalen gemäß dem Oberbegriff von Anspruch 1 derart weiterzubilden, dass ein Verdrängungsvolumen im ungesteuerten Zustand mit Sicherheit nicht vorhanden ist.

Die Aufgabe der Erfindung wird durch eine reversierbare Axialkolbenmaschine mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst.

Zur Einstellung der Nulllage in der Schwenkwiege ist

Erfindungsgemäß in der Verstelleinrichtung nach Anspruch 1 eine Nulllagenstelleinrichtung vorgesehen. Der Vorteil dieser Nulllagenstelleinrichtung ist darin zusehen, dass die Nulllage der Schrägfläche im ungesteuerten Betrieb der Axialkolbenmaschine exakt und spielfrei einstellbar ist.

Vorteilhafte, insbesondere detailliertere, Ausgestaltungen der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

Ein weiterer Vorteil der Nulllagenstelleinrichtung liegt in der Verwendung einer einzigen Druckfeder, die auf der Verstellstange zwischen zwei Federtellern gespannt ist, und den in der Verstelleinrichtung verschiebbaren Stellkolben in beiden Stellrichtungen mit der gleichen Vorspannkraft beaufschlägt. Damit ist es möglich, den Stellkolben und die über eine formschlüssige Anbindung an den Stellkolben gekoppelte Schwenkwiege im Justagevorgang der Nulllagenbestimmung mit einer durch die Federkonstante der Druckfeder festgelegten Vorspannkraft in beiden Stell- bzw. Schwenkrichtungen zu positionieren. Auf eine aufwendige Abstimmung zweier entgegengesetzt wirkender Druckfedern, die in derartigen Anwendungen üblicherweise jeweils für eine Stellrichtung eine Vorspannkraft erzeugen, hinsichtlich gleich größer Federkonstanten und damit gleich großer Vorspannkraften kann hierbei verzichtet werden.

Die beanspruchte reversierbare Axialkolbenmaschine sowie die dazugehörige Verstelleinrichtung weist ferner den Vorteil auf, dass sie über eine zweite Verstellstange, die ebenfalls aus der Verstelleinrichtung bzw. der Axialkolbenmaschine herausgeführt ist, hinsichtlich des Verstellweges des Stellkolbens bzw. des Verstellwinkels der Schwenkwiege einstellbar begrenzt werden kann.

Schließlich weist die beanspruchte Verstelleinrichtung den Vorteil auf, dass aufgrund ihrer hohlzylindrischen Ausführung eine relativ einfache Montage und Demontage des Stellkolbens, der Nulllagenstelleinrichtung und sonstiger

innerhalb des Hohlzylinders der Verstelleinrichtung befindlicher Komponenten möglich ist.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der Zeichnung  
5 dargestellt und wird im Folgenden näher beschrieben. Es zeigen:

Fig. 1 eine Querschnittsdarstellung einer  
erfindungsgemäßen Axialkolbenmaschine mit  
10 einer erfindungsgemäßen Verstelleinrichtung;

Fig. 2 eine Querschnittsdarstellung einer erfindungsgemäßen Verstelleinrichtung;

15 Fig. 3 eine Querschnittsdarstellung einer weiteren Ausführungsform der erfindungsgemäßen Verstelleinrichtung und

Fig. 4 eine dreidimensionale Sicht einer  
20 erfindungsgemäßen Axialkolbenmaschine mit einer über eine formschlüssige Anbindung verbundenen erfindungsgemäßen Verstelleinrichtung.

25 Die erfindungsgemäße reversierbare Axialkolbenmaschine und erfindungsgemäße Verstelleinrichtung werden in ihren beiden Ausführungsformen nachfolgend unter Bezugnahme auf Fig. 1 bis Fig. 4 beschrieben.

30 In Fig. 1 ist ein Querschnitt einer erfindungsgemäßen reversierbaren Axialkolbenmaschine 1 dargestellt. Diese besteht aus einer in einer axial ausgerichteten Ausnehmung 2 des Gehäuses 3 gelagerten Antriebswelle 4. An der Antriebswelle 4 ist rotationsfixiert eine Zylindertrommel  
35 5 angeordnet, in der mehrere Zylinderausnehmungen in gleichen Abständen zueinander auf einem konzentrischen Kreis zur Längsachse 7 der Antriebswelle 4 angeordnet sind. In jeder der Zylinderausnehmungen ist ein Kolben 6 verschiebbar geführt, der an seinem dem Zylinderraum

entgegengesetzten Ende einen Kugelkopf aufweist, der in einem Gleitschuh schwenkbar gelagert ist und sich gegen eine Schrägfläche 8 abstützt.

- 5 Die Schwenkwiege 9 und mit ihr die Schrägfläche 8 ist in Relation zu einer Nulllagenachse 10, die in einem rechten Winkel zur Rotationsachse 7 der Zylindertrommel 5 ausgerichtet ist, um positive Verstellwinkel  $\alpha_1$  und negative Verstellwinkel  $\alpha_2$  zur Nulllagenachse 10 schwenkbar.

10

- Die Verstelleinrichtung 12, deren Querschnitt zusätzlich zur Darstellung in Fig. 1 auch in Fig. 2 in geringfügig vergrößertem Maßstab dargestellt ist, besteht aus einem als Gehäuse dienenden Hohlzylinder 13, der eine erste Stufe 14 aufweist. Die erste Öffnung 15 des Hohlzylinders 13, die zur Schwenkwiege 9 weist, ist unverschlossen und ermöglicht die zumindest teilweise Verschiebung eines im Hohlzylinder 13 geführten Stellkolbens 16 aus den Innenbereich 17 des Hohlzylinders 13 heraus. Die der ersten Öffnung 15 gegenüberliegende zweite Öffnung 18 des Hohlzylinders 13 ist mit einem Verschlußdeckel 19 abgeschlossen.

- Der Verschlußdeckel 19 weist einen kreisringförmigen Steg 20 auf. Der Außendurchmesser des kreisringförmigen Steges 20 des Verschlußdeckels 19 entspricht dem Innendurchmesser des Hohlzylinders im Bereich zwischen der ersten Stufe 14 und der zweiten Öffnung 18. Der Innendurchmesser des kreisringförmigen Steges 20 des Verschlußdeckels 19 entspricht dem Innendurchmesser des Hohlzylinders 13 im Bereich zwischen der ersten Stufe 14 und der ersten Öffnung 15. Der Verschlußdeckel 19 ist mit einem kreisringförmigen Steg 20 derart in den Innenraum 17 des Hohlzylinders 13 eingeführt, dass eine formschlüssige Verbindung zwischen dem Hohlzylinder 13 und dem Verschlußdeckel 19 entsteht.

An der inneren Mantelfläche 21 des Hohlzylinders 13 zwischen der ersten Öffnung 15 und der ersten Stufe 14

sowie an der inneren Mantelfläche 27 des kreisringförmigen Steges 20 des Verschlußdeckels 19 sind kreisringförmige Nuten 22 angebracht, in denen Führungsringe 23 aus beispielsweise Messing angeordnet sind. Diese Führungsringe 23 dienen als Führungslager für den im Innenraum 17 des Hohlzylinders 13 zentrisch zur Längsachse 11 gelagerten und in Richtung der Längsachse 11 verschiebbaren Stellkolbens 24.

Der Stellkolben 24 weist im wesentlichen eine hohlzylindrische Geometrie auf. Ungefähr auf halber Zylinderhöhe des hohlzylindrischen Stellkolbens 24 weist der Stellkolben 24 an seiner äußeren Mantelfläche 25 eine flanschförmige Erweiterung 26 auf. Da die Breite dieser flanschförmigen Erweiterung 26 der Breite der ersten Stufe 14 des Hohlzylinders 13 entspricht, ist die flanschförmige Erweiterung 26 des Stellkolbens 24 mit der inneren Mantelfläche 27 des Hohlzylinders 13 zwischen der ersten Stufe 14 und der zweiten Öffnung 18 in Berührung.

Aufgrund der Geometrie des Stellkolbens 24, des Hohlzylinders 13 und des Verschlußdeckels 19 im Bereich der flanschförmigen Erweiterung 26 des Stellkolbens 24 kommt es im Innenraum 17 des Hohlzylinders 13 zur Ausbildung einer ersten Stelldruckkammer 28 und einer zweiten Stelldruckkammer 29. Die mit der ersten Stelldruckkammer 28 verbundene erste Seitenfläche 30 der flanschförmigen Erweiterung 26 des Stellkolbens 24 dient als Angriffsfläche für einen durch die erste Stelldrucköffnung 31 in der Wand des Hohlzylinders 13 in die erste Stelldruckkammer 28 geführten Stelldruck zur Verschiebung des Stellkolbens 24 entlang seiner Längsachse 11 in Richtung der zweiten Öffnung 18 des Hohlzylinders 13. Die mit der zweiten Stelldruckkammer 29 verbundene zweite Seitenfläche 32 der flanschförmigen Erweiterung 26 des Stellkolbens 24 dient als Angriffsfläche für einen durch die zweite Stelldrucköffnung 33 in der Wand des Hohlzylinders 13 in die zweite Stelldruckkammer 29 geführten Stelldrucks zur Verschiebung des Stellkolbens 24

entlang seiner Längsachse 32 in Richtung der ersten Öffnung 15 des Hohlzylinders 13.

Zur Abdichtung der ersten und zweiten Stelldruckkammer 28  
5 und 29 gegen Hydraulikfluid sind im Bereich der inneren Mantelflächen 21 und 27 des Hohlzylinders 13, der inneren Mantelfläche 22 und der äußeren Mantelfläche 34 des kreisringförmigen Steges 20 des Verschlußdeckel 19 und der Stirnfläche 35 der flanschförmigen Erweiterung 26 des  
10 Stellkolbens 24 in Nuten geführte Dichtungsringe 36 vorgesehen.

Der hohlzylindrische Stellkolben 24 besitzt eine mehrfach gestufte Ausnehmung 37 auf, deren größte dritte Öffnung 38  
15 in Richtung der zweiten Öffnung 18 des Hohlzylinders 13 weist. In die mehrfach gestufte Ausnehmung 37 ist eine erste Verstellstange 39 entlang der Längsachse 11 des Stellkolbens 24 geführt. Diese erste Verstellstange 39 ist über eine Bohrung 40 im Verschlußdeckel 19 aus der  
20 Verstelleinrichtung 12 herausgeführt. Durch gezielte Verschraubung einer Verstellmutter 41 auf dem Gewinde der Verstellstange 39 außerhalb des Verschlußdeckels 19 kann die erste Verstellstange 39 einstellbar in der Verstelleinrichtung 12, im Hohlraum 17 des Hohlzylinders  
25 13 bzw. in der Ausnehmung 37 des Stellkolbens 24 positioniert werden.

Auf der Verstellstange 39 sind im Bereich zwischen der zweiten Stufe 42 und der dritten Öffnung 38 der Ausnehmung  
30 37 des Stellkolbens 24 ein erster Federteller 43 und ein zweiter Federteller 44 fixiert. Die Fixierung des ersten Federtellers 43 auf der Verstellstange 39 erfolgt dadurch, dass der Federteller 43 mit der Vorspannkraft eines zwischen dem ersten Federteller 43 und dem zweiten  
35 Federteller 44 gespannten Druckfederpackets 45 gegen die innenseitige Stirnfläche 46 eines am hohlzylinderinternen Ende der Verstellstange 39 befestigten Abschlußflansches 47 gedrückt wird. Die Fixierung des zweiten Federtellers 44 auf der Verstellstange 39 erfolgt dadurch, dass der

Federteller 44 mit der Vorspannkraft des Druckfederpaketes 45 gegen eine zwischen dem Federteller 44 und dem Verschlußdeckel 19 auf der Verstellstange 39 fixierten Hülse 48 gedrückt wird. Die Hülse 48 weist an ihrer Innenseite eine kreisringförmige Nut auf, in der ein ringförmiger Körper 55 fixiert ist, der in einer Nut der ersten Verstellstange 39 angeordnet ist und sich an der innenseitigen Stirnfläche 46a der in der Stellstange 39 angeordneten Nut abstützt. Die Hülse 48 und die Lage der in der Stellstange angeordneten Nut könnte entsprechend einer weiteren in Fig. 3 dargestellten Ausführungsform auch so ausgeführt sein, dass der Federteller 44 direkt gegen den ringförmigen Körper 55 gedrückt wird. Das Druckfederpaket 45 setzt sich im Ausführungsbeispiel aus den beiden parallel angeordneten Druckfedern 45A und 45B zusammen, so dass mit dem Druckfederpaket 45 eine kompakte Bauweise erreicht werden kann.

Neben seiner Fixierung zur Verstellstange 39 ist ein erster Federteller 43 mit seiner zum Druckfederpaket 45 abgewandten Stirnfläche 49 mit der zweiten Stufe 42 der Ausnehmung 37 des Stellkolbens 24 in Berührung. Der zweite Federteller 44 ist mit seiner zum Druckfederpaket 45 abgewandten Stirnfläche 50 mit einem Sprengring 51, der in einer kreisringförmigen Nut an der inneren Seitenfläche der Ausnehmung 37 des Stellkolbens 24 in der Nähe der dritten Öffnung 38 angeordnet ist, in Berührung.

Eine zweite Verstellstange 52, die über eine Bohrung 53 im Verschlußdeckel 19 in den Innenraum 17 des Hohlzylinders 13 geführt ist, dient als verstellbare Begrenzung für den Verstellweg des Stellkolbens 24 entlang seiner Längsachse 32. Die zweite Verstellstange 52 kann durch definiertes Verschrauben einer Verstellmutter 54 auf dem Gewinde der zweiten Verstellstange 52 außerhalb des Verschlußdeckels 19 in ihrer Position innerhalb des Innenraums 17 des Hohlzylinders 13 verändert werden.

Eine Verstellung der Schwenkwiege 19 in Richtung eines



positiven Verstellwinkels  $\alpha_1$  im Sinne einer Nullpunktsjustage erfolgt durch Positionierung der ersten Verstellstange 39 in Richtung der zweiten Öffnung 18 des Hohlzylinders 13 mittels Betätigung der ersten Verstellschraube 41. Auf diese Weise wird die Nulllagenstelleinrichtung 32, bestehend aus der ersten Verstellstange 19, dem Druckfederpaket 45, dem ersten Federteller 43, dem zweiten Federteller 44 und der Hülse 48, in Richtung der zweiten Öffnung 18 des Hohlzylinders 13 verschoben. Die für diese Verschiebung erforderliche Kraft wird vom Abschlussflansch 47 der Verstellstange 39, der in Richtung der zweiten Öffnung 18 des Hohlzylinders 13 bewegt wird, über dessen innenseitige Stirnfläche 46 auf den ersten Federteller 43, vom ersten Federteller 43 auf das Druckfederpaket 45, vom Druckfederpaket 45 auf den zweiten Federteller 44 und schließlich vom zweiten Federteller 44 auf den Sprengring 51 übertragen, der, formschlüssig fixiert mit dem Stellkolben 24, den Stellkolbens 24 in Richtung der zweiten Öffnung 18 verschiebt.

Eine Verstellung der Schenkwiege 19 in Richtung eines negativen Verstellwinkels  $\alpha_2$  im Sinne einer Nullpunktsjustage erfolgt durch Positionierung der ersten Verstellstange 39 in Richtung der ersten Öffnung 15 des Hohlzylinders 13 mittels Betätigung der ersten Verstellschraube 41. Auf diese Weise wird die Nulllagenstelleinrichtung 32 in Richtung der ersten Öffnung 15 des Hohlzylinders 13 verschoben. Die Kraftübertragung erfolgt in diesem Fall von der Hülse 48, die über den ringförmigen Körper 55 mit der ersten Verstellstange 39 in Richtung der ersten Öffnung 15 des Hohlzylinders 13 bewegt wird, auf den zweiten Federteller 44, vom zweiten Federteller 44 auf das Druckfederpaket 45, vom Druckfederpaket 45 auf den ersten Federteller 43 und schließlich vom ersten Federteller 43 auf die zweite Stufe 42 der Ausnehmung 37 des Stellkolbens 24. Die Kraftübertragung auf den Stellkolbens 24 bewirkt eine Verschiebung der Stellkolbens 24 in Richtung der ersten

## Öffnung 15 des Hohlzylinders 13.

Das Druckfederpaket 45 hat neben der gedämpften Kraftübertragung von der ersten Verstellstange 39 zum  
5 Stellkolben 24 im Rahmen der Nulllageneinstellung der Schwenkwiege 9 vor allem die Aufgabe, eine der Auslenkung des Stellkolbens 24 proportionale Federkraft zu erzeugen, die der die Bewegung auslösenden Stellkraft entgegenwirkt. Diese rückstellende Federkraft ist für beide  
10 Verschiebungsrichtungen des Stellkolbens 24 auf Grund der Verwendung eines einzigen Druckfederpaketes 45 identisch. Die Federkraft des Druckfederpaketes 45 weist auch in der Nullage der Schwenkwiege 9 einen bestimmten Wert auf, da das Druckfederpaket 45 in jeder der Positionen des  
15 Stellkolbens 24 zwischen dem ersten Federteller 43 und dem zweiten Federteller 44 vorgespannt gehalten wird.

Ist der durch die erste Stelldrucköffnung 31 in die erste Stelldruckkammer 28 geführte Stelldruck, der an der als  
20 Angriffsfläche dienenden ersten Seitenwand 30 der flanschförmigen Erweiterung 26 angreift, größer als der durch die zweite Stelldrucköffnung 33 in die zweite Stelldruckkammer 29 geführte Stelldruck, der an der als Angriffsfläche dienenden zweiten Seitenwand 32 der  
25 flanschförmigen Erweiterung 26 angreift, so kommt es zu einer Verschiebung des Stellkolbens 24 in Richtung der zweiten Öffnung 18 des Hohlzylinders 13. Durch die Verschiebung des Stellkolbens 24 in Richtung der zweiten Öffnung 18 des Hohlzylinders 13 erfährt der erste  
30 Federteller 43 an seiner Stirnfläche 49 von der zweiten Stufe 42 des Hohlzylinders 13 eine Kraft, die über das Druckfederpaket 45 auf den zweiten Federteller 44 übertragen wird und zu einer Verschiebung des zweiten Federtellers in Richtung der zweiten Öffnung 18 des  
35 Hohlzylinders 13 führt. Der zweite Federteller 44 liegt mit seiner Stirnfläche 50 an der Hülse 48 an und ist aufgrund der örtlichen Fixierung der Stellstange 39 und mit der Hülse 48 nicht in Richtung der zweiten Öffnung des Hohlzylinders 13 verschiebbar. In diesem Falle führt ein

weiteres Ansteigen des Stelldrucks in der ersten Stelldruckkammer 28 zu einer zusätzlichen Kompression des Druckfederpackets 45 und damit zu einem zusätzlichen dem weiteren Stelldruckanstieg proportionalen Federkraftanstieg. Auf diese Weise ist gewährleistet, dass sich stationär eine der Stelldruckdifferenz zwischen der ersten Stelldruckkammer 28 und der zweiten Stelldruckkammer 29 proportionale Verschiebung des Stellkolbens 24 in der Verstelleinrichtung 12 einstellt.

10 Ist der in die erste Stelldruckkammer 28 geführte Stelldruck kleiner als der in die zweite Druckkammer 29 geführte Stelldruck, so kommt es zu einer Verschiebung des Stellkolbens 24 in Richtung der ersten Öffnung 15 des Hohlzylinders 13. Über die Verschiebung des Stellkolbens 24 und damit des in den Stellkolben 24 integrierten Sprengtringes 51 in Richtung der ersten Öffnung 15 des Hohlzylinders 13 wird auf den zweiten Federteller 44 eine Kraft übertragen, die vom zweiten Federteller 44 wiederum auf das Druckfederpaket 45 übertragen wird. Da der erste Federteller 43 mit seiner Stirnfläche 49 immer an der zweiten Stufe 46 der Ausnehmung 37 des Stellkolbens 24 anliegt, kommt es bei negativer Stelldruckdifferenz zwischen erster Stelldruckkammer 28 und zweiter Stelldruckkammer 29 zu einer Kompression des Druckfederpaketes 45, die proportional zum Anstieg der Stelldruckdifferenz ist. Auf diese Weise ist gewährleistet, dass sich stationär ein der Stelldruckdifferenz zwischen der ersten Stelldruckkammer 28 und der zweiten Druckkammer 29 proportionaler Federkraftanstieg und somit eine proportionalen Verschiebung des Stellkolbens 24 in der Verstelleinrichtung 12 einstellt.

Die Übertragung der Axialbewegung des Stellkolbens 24 entlang seiner Längsachse 11 in eine Schwenkbewegung der Schwenkwiege 9 erfolgt gemäß Fig. 4 über einen Gleitstein 56, der in einer Nut 57 der Verstelleinrichtung 12 geführt ist. Der Gleitstein 56 weist eine Ausnehmung auf (in Fig. 4 nicht dargestellt), in der ein Zapfen (in Fig. 4 nicht

dargestellt) drehbar gelagert ist. Dieser Zapfen ist an der Seitenfläche eines Verbindungsarmes 58 befestigt, der wiederum an der Schwenkwiege 9 fixiert ist. Die eindimensionale axiale Bewegung des Stellkolbens 24 in der 5 Verstelleinrichtung 12 wird folglich über eine eindimensionale Gleitbewegung des Gleitsteins 56 in der Nut 57 der Verstelleinrichtung 12 in Kombination mit einer Drehbewegung des Zapfens in der Ausnehmung des Gleitsteins 56 in eine rotatorische Schwenkbewegung der Schwenkwiege 9 10 übergeführt.

**Ansprüche**

1. Reversierbare Axialkolbenmaschine (1) mit einer um  
5 eine Rotationsachse (7) rotierenden Zylindertrommel (5),  
in deren Zylinderausnehmungen Kolben (6) bewegbar sind,  
die sich gegen eine Schrägfläche (8) abstützen, deren  
Stellwinkel ( $\alpha_1$ ,  $\alpha_2$ ) durch eine Verstelleinrichtung (12)  
verstellbar ist, wobei die Verstelleinrichtung (12) einen  
10 den Stellwinkel ( $\alpha_1$ ,  $\alpha_2$ ) in beiden Schwenkrichtungen  
verstellenden Stellkolben (24) aufweist, der sich mit  
einer wesentlichen Richtungskomponente parallel zur  
Richtung der Rotationsachse (7) der Zylindertrommel (5)  
erstreckt,  
15 **dadurch gekennzeichnet,**  
dass die Nulllage der Schrägfläche (8), in welcher die  
Schrägfläche (8) senkrecht zur Rotationsachse (7) der  
Zylindertrommel (5) orientiert ist, durch eine  
Nulllagenstelleinrichtung (32) spielfrei einstellbar ist.  
20
2. Reversierbare Axialkolbenmaschine nach Anspruch 1,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
dass die Nulllagenstelleinrichtung (32) aus einer ersten  
Verstellstange (39) besteht, die in einer in Richtung der  
25 Längsachse (11) des Stellkolbens (24) verlaufenden,  
gestuften Ausnehmung (37) des Stellkolbens (24)  
positionierbar geführt ist und den Stellkolben (24) in den  
beiden Richtungen seiner Längsachse (11) positioniert.
- 30 3. Reversierbare Axialkolbenmaschine nach Anspruch 1  
oder 2,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
dass die Schrägfläche (8) auf einer drehbar gelagerten  
Schwenkwiege (9) ausgebildet ist.  
35
4. Reversierbare Axialkolbenmaschine nach Anspruch 2,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
dass der Stellkolben (24) in einem Hohlylinder (13), der  
in seinem Inneren eine erste Stufe (14) aufweist, geführt

ist, dessen erste Öffnung (15), welche in Richtung zur Schrägfläche (8) orientiert ist, nicht abgeschlossen ist, um eine Axialbewegung des Stellkolbens (24) auch außerhalb des Hohlzylinders (13) zu ermöglichen, und dessen zweite  
5 Öffnung (18), welche von der Schwenkwiege (9) weg orientiert, mit einem Verschlußdeckel (19) abgeschlossen ist.

5. Reversierbare Axialkolbenmaschine nach Anspruch 4,  
10 **dadurch gekennzeichnet,**  
dass die Einstellung der Position der ersten Verstellstange (39) außerhalb der Verstelleinrichtung (12) erfolgt, indem die erste Verstellstange (39) über den Verschlußdeckel (19) aus dem Hohlzylinder (13) der  
15 Verstelleinrichtung (12) heraus geführt ist.

6. Reversierbare Axialkolbenmaschine nach Anspruch 4 oder 5,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
20 dass die Positionierung des Stellkolbens (24) in einer der beiden Richtungen der Längsachse (11) des Stellkolbens (24) durch jeweils einen ersten und zweiten Federteller (43, 44) erfolgt, der jeweils auf der ersten Verstellstange (39) fixiert ist.

25 7. Reversierbare Axialkolbenmaschine nach Anspruch 6,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
dass die Fixierung des ersten Federtellers (43) auf der ersten Verstellstange (39) dadurch erfolgt, dass der erste  
30 Federteller (43) durch die Federkraft zumindest einer vorgespannten, zwischen dem ersten und zweiten Federteller (43, 44) befindlichen Druckfeder (45) gegen die innenseitige Stirnfläche (46) eines Abschlußflansches (47) gedrückt wird, der an demjenigen Ende der ersten  
35 Verstellstange (39) befestigt ist, das sich im Innern des Hohlzylinders (13) der Verstelleinrichtung (12) befindet.

8. Reversierbare Axialkolbenmaschine nach Anspruch 7,  
**dadurch gekennzeichnet,**

dass die Fixierung des zweiten Federtellers (44) auf der ersten Verstellstange (39) dadurch erfolgt, dass der zweite Federteller (44) durch die Federkraft der vorgespannten Druckfeder (45, 45A, 45B) gegen eine  
5 zwischen dem zweiten Federteller (44) und dem Abschlußdeckel (19) auf der Verstellstange (39) geführten Hülse (48) gedrückt wird.

9. Reversierbare Axialkolbenmaschine nach einem der  
10 Ansprüche 6 bis 8,  
**dadurch gekennzeichnet,**

dass die Positionierung des Stellkolbens (24) in Richtung der ersten Öffnung (15) des Hohlzylinders (13) dadurch erfolgt, dass der erste Federteller (43) infolge einer  
15 Positionierung der ersten Verstellstange (39) in Richtung der ersten Öffnung (15) des Hohlzylinders (13) gegen die Stirnfläche einer zweiten Stufe (42) der Ausnehmung (37) des Stellkolbens (24) gedrückt wird.

20 10. Reversierbare Axialkolbenmaschine nach einem der Ansprüche 6 bis 9,  
**dadurch gekennzeichnet,**

dass die Positionierung des Stellkolbens (24) in Richtung der zweiten Öffnung (18) des Hohlzylinders (13) dadurch  
25 erfolgt, dass der zweite Federteller (44) infolge einer Positionierung der ersten Verstellstange (39) in Richtung der zweiten Öffnung (18) des Hohlzylinders (13) gegen einen Sprengring (51) gedrückt wird, der in einer kreisringförmigen Nut an der Seitenfläche der Ausnehmung  
30 (37) des Stellkolbens (24) im Bereich der dritten Öffnung (38) der Ausnehmung (37) geführt ist.

11. Reversierbare Axialkolbenmaschine nach einem der Ansprüche 4 bis 10,  
35 **dadurch gekennzeichnet,**

dass der Verschlußdeckel (19) einen kreisringförmigen Steg (20) aufweist, dessen Außendurchmesser dem Innendurchmesser des Hohlzylinders (13) von der zweiten Öffnung (18) bis zur ersten Stufe (14) des Hohlzylinders

(13) und dessen Innendurchmesser dem Innendurchmesser des Hohlzylinders (13) von der ersten Stufe (14) bis zur ersten Öffnung (15) des Hohlzylinders (13) entspricht.

5 12. Reversierbare Axialkolbenmaschine nach Anspruch 11,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass der Verschlußdeckel (19) mit seinem rohrförmigen Steg  
(20) derart in die zweite Öffnung (18) des Hohlzylinders  
(13) geführt ist, dass sich zwischen dem Hohlzylinder  
10 (13), dem Abschlußdeckel (19) und dem Stellkolben (24) ein  
Hohlraum (28, 29) ausbildet und gleichzeitig der  
Stellkolben (24) an der inneren Seitenwand des  
kreisringförmigen Steges (20) des Abschlußdeckels (19) und  
der inneren Seitenwand des Hohlzylinders (13) zwischen der  
15 ersten Stufe (14) und der ersten Öffnung (15) des  
Hohlzylinders (13) gelagert ist.

13. Reversierbare Axialkolbenmaschine nach Anspruch 12,  
dadurch gekennzeichnet,  
20 dass der Stellkolben (24) an seiner Mantelfläche im  
Bereich des Hohlraumes (28, 29) eine Erweiterung (26)  
aufweist, die bis zur inneren Seitenwand des Hohlzylinders  
(13) reicht und den Hohlraum (28, 29) in eine erste  
Stelldruckkammer (28) und zweite Stelldruckkammer (29)  
25 aufteilt.

14. Reversierbare Axialkolbenmaschine nach Anspruch 13,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die erste und zweite Stelldruckkammer (28, 29) über  
30 jeweils eine Stelldrucköffnung (31, 33) in der Wand des  
Hohlzylinders (13) mit jeweils einem Stelldruck versorgt  
wird.

15. Reversierbare Axialkolbenmaschine nach Anspruch 13  
35 oder 14,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die beiden Seitenflächen (30, 32) der Erweiterung  
(26) des Stellkolbens (24) als Angriffsflächen für die  
beiden Stelldrücke zur Verschiebung des Stellkolbens (24)



in den beiden Richtungen entlang der Längsachse (11) des Stellkolbens (24) dienen.

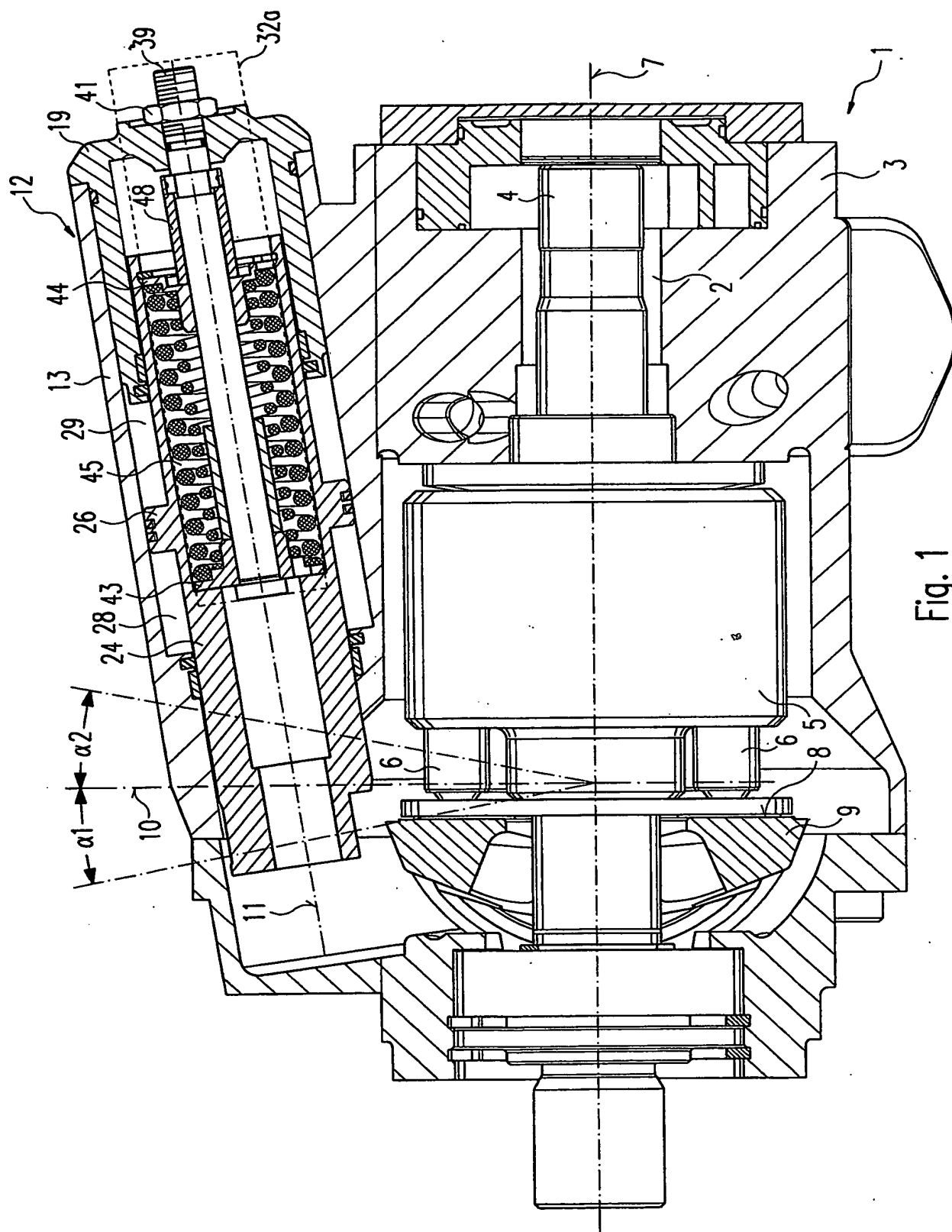
16. Reversierbare Axialkolbenmaschine nach Anspruch 15,  
5 dadurch gekennzeichnet,  
dass durch die gleiche Größe der Angriffsflächen des Stellkolbens (24) der Stellkolben (24) bei einem bestimmten Stelldruck einen gleich großen Stellwinkel ( $\alpha_1$ ,  $\alpha_2$ ) der Schrägfläche (8) in beiden Schwenkrichtungen  
10 bewirkt.

17. Reversierbare Axialkolbenmaschine nach einem der Ansprüche 3 bis 16,  
dadurch gekennzeichnet,  
15 dass eine formschlüssige Anbindung des axial in Richtung seiner Längsachse (11) bewegbaren Stellkolbens (24) an die Schwenkwiege (9) über einen in einer Nut (57) des Stellkolbens (24) gelagerten Gleitstein (56) mit einer Ausnehmung erfolgt, in der ein über einen Verbindungsarm  
20 (58) fest mit der Schwenkwiege (9) verbundener Zapfen gelagert ist.

18. Reversierbare Axialkolbenmaschine nach Anspruch 7,  
dadurch gekennzeichnet,  
25 dass die in der Ausnehmung (37) des Stellkolbens (24) auf der ersten Verstellstange (39) fixierte Druckfeder (45, 45A, 45B) bei einer gleich großen Auslenkung des Stellkolbens (24) in einer der beiden Richtungen entlang der Längsachse (11) des Stellkolbens (24) durch einen  
30 bestimmten Stelldruck eine gleich große Rückstellkraft für beide Richtungen der Auslenkung erzeugt.

19. Reversierbare Axialkolbenmaschine nach Anspruch 4,  
dadurch gekennzeichnet,  
35 dass die axiale Auslenkung des Stellkolbens (24) entlang der Längsachse (11) des Stellkolbens (24) über eine zweite Verstellstange (52), die über den Verschlußdeckel (19) aus den Hohlzylinder (13) der Verstelleinrichtung (12) geführt ist, einstellbar begrenzt ist.

1/4



BEST AVAILABLE COPY

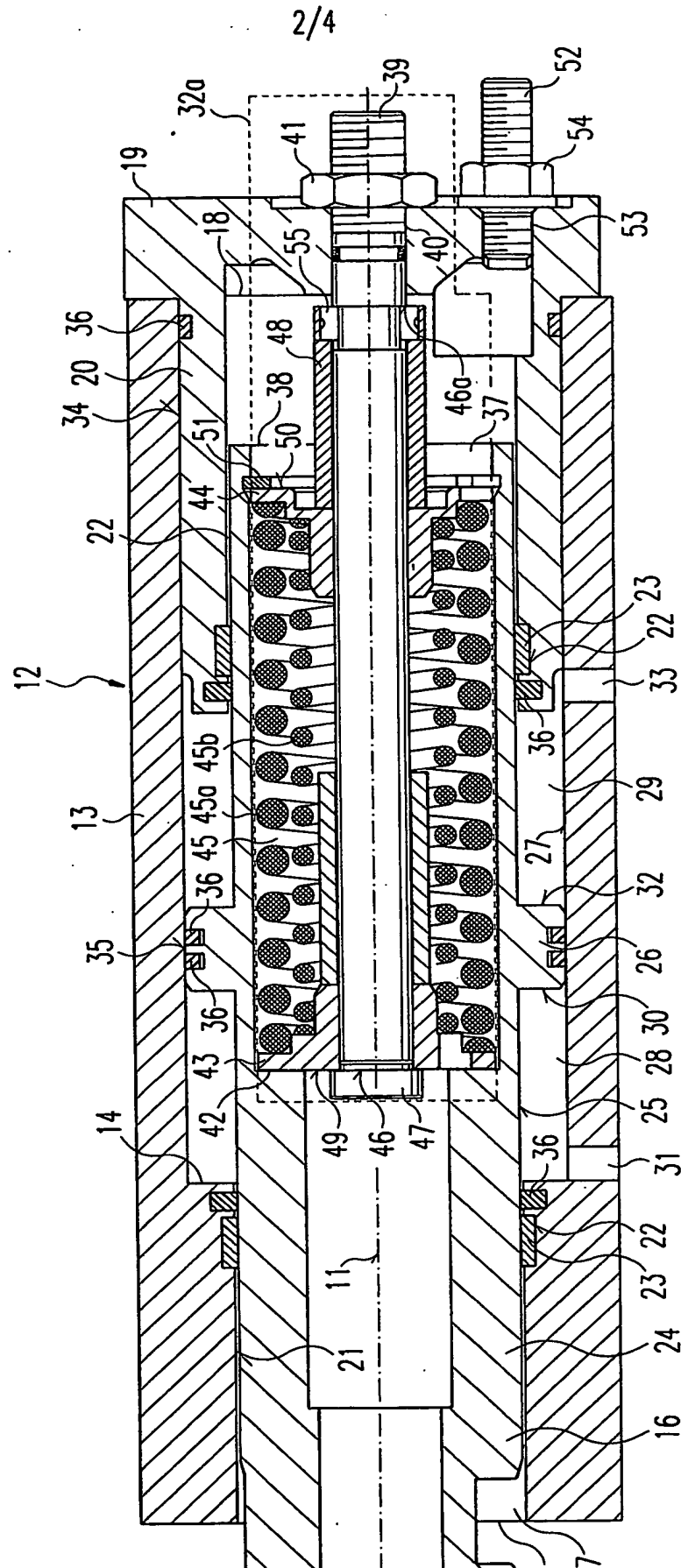


Fig. 2

3/4

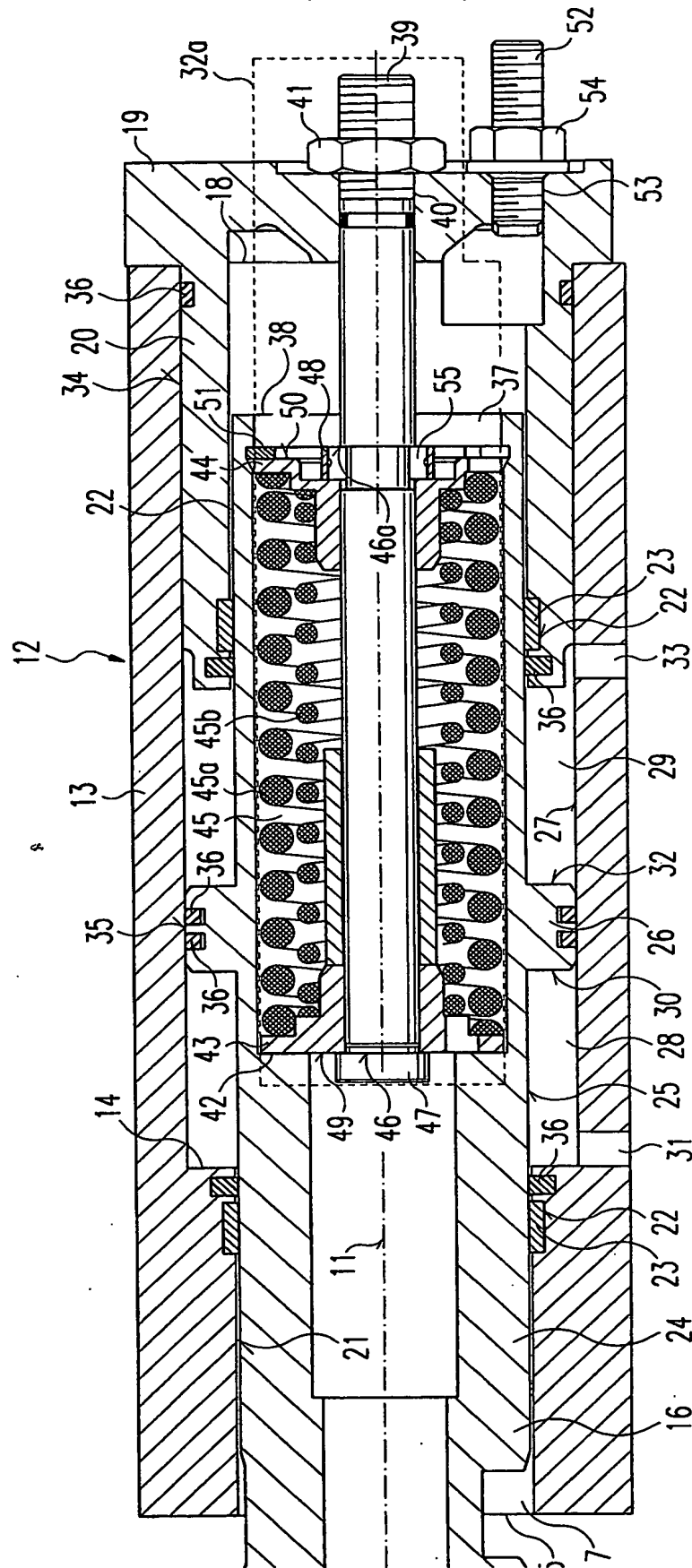


Fig. 3

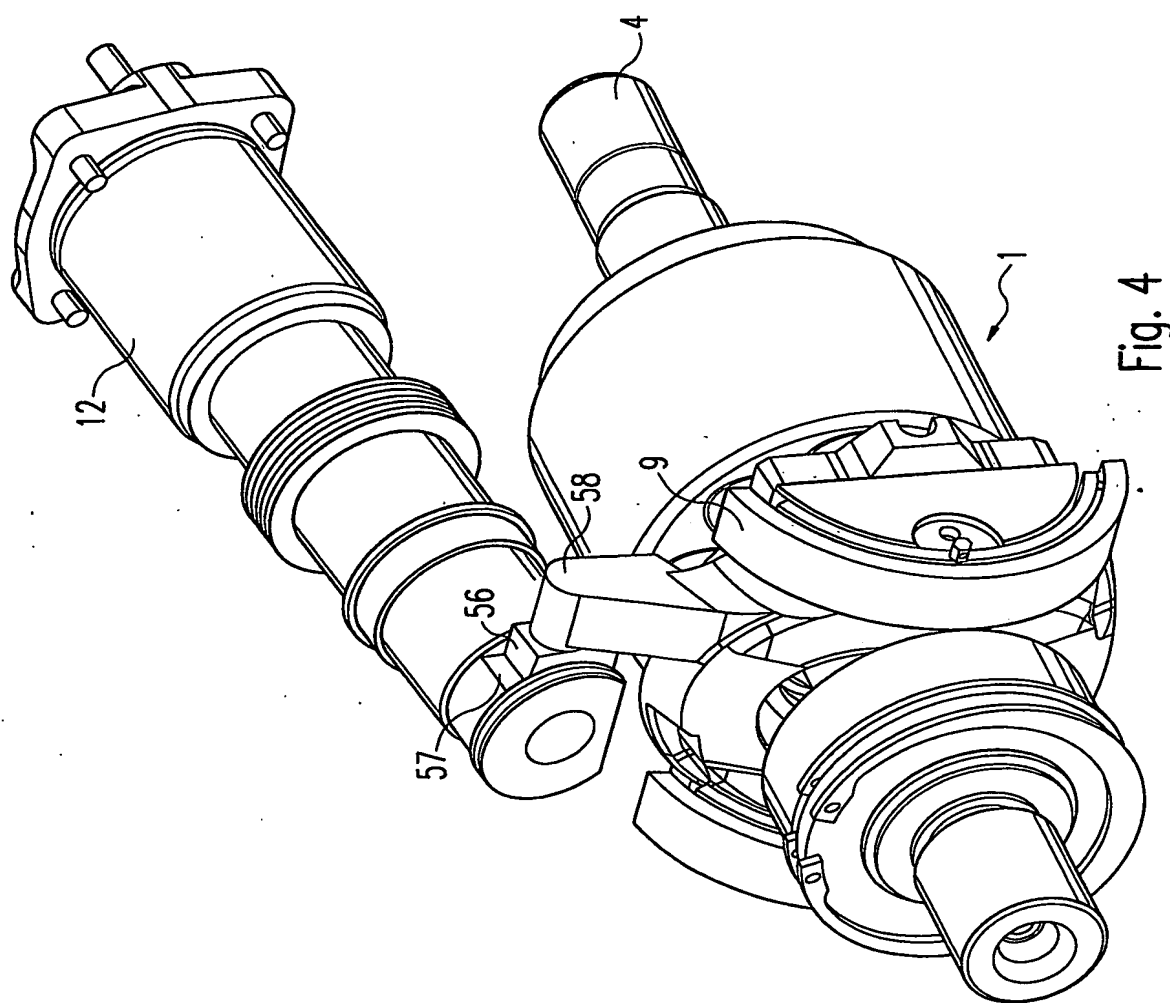


Fig. 4

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/EP2004/003323

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
IPC 7 F01B3/10 F04B1/32

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
IPC 7 F01B F04B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 39 35 800 A (LINDE AG) 2 May 1991 (1991-05-02) column 3, line 62 -column 3, line 66; figure 1	1-5
X	EP 0 922 858 A (BRUENINGHAUS HYDROMATIK GMBH) 16 June 1999 (1999-06-16) figure 3	1,3
Y	figure 1	2-10
Y	figure 1	2-12
X	US 5 226 349 A (ALME NATHAN J ET AL) 13 July 1993 (1993-07-13) column 3, line 19 -column 3, line 22	1
Y	figure 1	2-10
	--- -/--	

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

\* Special categories of cited documents:

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- \*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- \*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- \*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
- \*G\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

16 July 2004

Date of mailing of the international search report

23/07/2004

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Yates, J

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP2004/003323

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	<p>US 2002/014149 A1 (FIEBING CARSTEN ET AL)  7 February 2002 (2002-02-07)  figure 4</p> <p>-----</p>	2-12

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP2004/003323

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 3935800	A	02-05-1991	DE 3935800 A1	02-05-1991
EP 0922858	A	16-06-1999	DE 19755386 A1	24-06-1999
			EP 0922858 A2	16-06-1999
US 5226349	A	13-07-1993	NONE	
US 2002014149	A1	07-02-2002	DE 10037482 C1	28-02-2002



## A. KLASIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

IPK 7 F01B3/10 F04B1/32

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 F01B F04B

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 39 35 800 A (LINDE AG) 2. Mai 1991 (1991-05-02) Spalte 3, Zeile 62 - Spalte 3, Zeile 66; Abbildung 1	1-5
X	EP 0 922 858 A (BRUENINGHAUS HYDROMATIK GMBH) 16. Juni 1999 (1999-06-16) Abbildung 3	1,3
Y	Abbildung 1	2-10
Y	Abbildung 1	2-12
X	US 5 226 349 A (ALME NATHAN J ET AL) 13. Juli 1993 (1993-07-13) Spalte 3, Zeile 19 - Spalte 3, Zeile 22	1
Y	Abbildung 1	2-10
	--- -/-	



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

\*A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

\*E\* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

\*L\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

\*O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

\*P\* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

\*T\* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

\*X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfindertischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

\*Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfindertischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

\*G\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

16. Juli 2004

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

23/07/2004

Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde  
 Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
 NL - 2280 HV Rijswijk  
 Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
 Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Yates, J

## C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	US 2002/014149 A1 (FIEBING CARSTEN ET AL) 7. Februar 2002 (2002-02-07) Abbildung 4 -----	2-12

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

**PCT/EP2004/003323**

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
DE 3935800	A	02-05-1991	DE	3935800 A1	02-05-1991
EP 0922858	A	16-06-1999	DE	19755386 A1	24-06-1999
			EP	0922858 A2	16-06-1999
US 5226349	A	13-07-1993	KEINE		
US 2002014149	A1	07-02-2002	DE	10037482 C1	28-02-2002